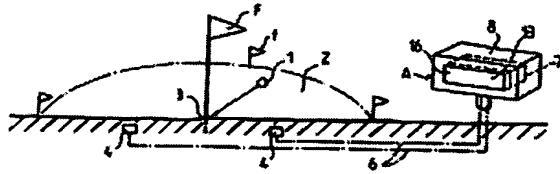


## Abstract of FR2664503

The apparatus allows to detect the impact, in a reception area, of a golf ball (1) and to estimate the distance between said impact and a target (3) to be reached. Vibration sensors consisting of geophones (4) are sunk in the ground and distributed in the reception area (Z) in order to determine the impact position, and are capable of providing an electric signal at an output. Electronic means (7) to which are connected the geophones (4) are comprised of a signal analysis unit appropriate to recognize the instant of the first peak of a signal on a geophone. The determination of the impact position is achieved from said peak signals. Display means (13) allow to visualize at least an estimation of the distance between the impact point and the target (3).



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 664 503

(21) N° d'enregistrement national :  
90 09038

(51) Int Cl<sup>5</sup> : A 63 B 71/06, 69/36

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 16.07.90.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : PAULET Bruno — FR, QUERU Gilles — FR et SAINT-SALVI Gilles — FR.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 17.01.92 Bulletin 92/03.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

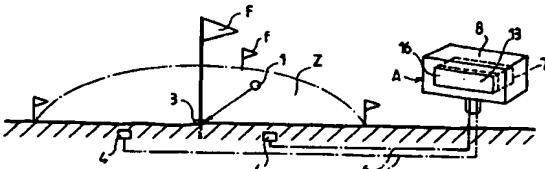
(72) Inventeur(s) : PAULET Bruno, QUERU Gilles, SAINT-SALVI Gilles, Paulet Bruno, Queru Gilles et Saint-Salvi Gilles.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Peuscat.

(54) Appareil pour détecter l'impact d'un projectile lancé lors d'une activité sportive, notamment pour détecter l'impact d'une balle de golf.

(57) L'appareil pour détecter l'impact, dans une zone de réception, d'un projectile (1) lancé lors d'une activité sportive et pour estimer la distance entre cet impact et un point de référence (3) comprend plusieurs capteurs de vibrations (4) disposés et répartis dans la zone de réception (Z) de manière à permettre de déterminer la position de l'impact, et propres à fournir un signal électrique sur une sortie; des moyens électroniques (7) auxquels sont reliés les capteurs (4), ces moyens électroniques étant propres à déterminer, à partir des informations fournies par les capteurs, la position du point d'impact; et des moyens d'affichage (13), commandés par les moyens électroniques (7), pour visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et le point de référence (3).



FR 2 664 503 - A1



APPAREIL POUR DETECTER L'IMPACT D'UN PROJECTILE LANCE  
LORS D'UNE ACTIVITE SPORTIVE, NOTAMMENT POUR DETECTER  
L'IMPACT D'UNE BALLE DE GOLF.

5 L'invention est relative à un appareil pour  
déetecter l'impact d'un projectile lancé lors d'une  
activité sportive et pour estimer la distance entre  
cet impact et un point de référence.

10 L'invention concerne plus particulièrement,  
mais non exclusivement, un tel appareil pour détecter  
l'impact d'une balle de golf.

On sait que les joueurs de golf disposent  
pour leur entraînement d'une zone spéciale que l'on  
appelle un "practice" (terrain d'entraînement), dont  
la surface est d'environ 1 à 3 ha.

15 15 Le joueur de golf muni d'une réserve de  
balles de golf, par exemple d'un récipient contenant  
une quarantaine de balles, dispose celles-ci sur une  
aire de lancement et les frappe avec son club en  
direction du practice.

20 20 Celui-ci est utilisé pour améliorer le  
mouvement de "swing" par la répétition du geste, et  
aussi pour permettre à un joueur de s'échauffer avant  
de se rendre sur le parcours.

25 25 Lorsqu'il s'agit d'améliorer le geste du  
joueur de golf, l'entraînement porte non seulement sur  
la rigueur du geste et la qualité du contact, mais  
aussi sur la trajectoire de la balle. Celle-ci doit  
correspondre au maximum à ce que le joueur envisageait  
avant la frappe.

30 30 S'il est possible de juger l'allure de la  
trajectoire : sans effet, avec effet particulier,  
etc... il est en revanche beaucoup plus difficile  
d'apprécier la distance qui sépare l'impact réel de  
l'impact désiré et constitué par un point de référence  
35 35 qui est souvent matérialisé par un drapeau ou une pan-  
carte portant une indication de distance : 50, 100,

150 mètres.

Même pour un œil exercé, il n'est pas facile d'apprécier une différence de trois ou quatre mètres à une distance supérieure à 50 mètres. Il 5 devient alors malaisé de mettre en œuvre un entraînement rigoureux si l'on ne peut constater la diminution de la distance entre l'impact et le point de référence que doit induire un tel entraînement.

L'invention a pour but, surtout, de fournir 10 un appareil qui permette au lanceur de projectile, et en particulier au joueur de golf, d'obtenir une indication relativement précise sur la position de l'impact du projectile sans avoir à se déplacer ou à utiliser un observateur situé à proximité de l'impact.

15 Il est clair qu'un tel appareil pourrait servir à détecter des impacts d'autres projectiles lancés au cours d'activités sportives, par exemple le disque, le marteau ou le javelot qui sont lancés à des distances relativement importantes, difficiles à 20 apprécier depuis le point de lancement.

Selon l'invention, un appareil pour détecter 25 l'impact, dans une zone de réception, d'un projectile lancé lors d'une activité sportive et pour estimer la distance entre cet impact et un point de référence est caractérisé par le fait qu'il comprend :

- plusieurs capteurs de vibrations disposés et répartis dans la zone de réception de manière à permettre de déterminer la position de l'impact, et propres à fournir un signal électrique sur une sortie; 30 - des moyens électroniques auxquels sont reliés les capteurs, ces moyens électroniques étant propres à déterminer la position du point d'impact à partir des informations fournies par les capteurs ;

35 - et des moyens d'affichage commandés par les moyens électroniques, pour visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et

le point de référence.

Les capteurs peuvent être noyés dans le milieu de réception qui peut être solide, par exemple le sol d'un terrain, ou liquide, par exemple une nappe 5 d'eau.

Dans le cas le plus fréquent d'un milieu de réception constitué par un sol, les capteurs sont, de préférence, des géophones, en particulier des géophones 10 Hz.

10 Dans le cas d'un milieu de réception liquide, les capteurs pourraient être constitués par des hydrophones.

15 Selon une autre possibilité, les capteurs sont constitués par des microphones, répartis dans l'air, dans la zone de réception, au-dessus de la surface du milieu de réception.

20 Les capteurs peuvent être répartis régulièrement par groupe de quatre sur des cercles sécants. En particulier, dans le cas où l'appareil est destiné à détecter l'impact d'une balle de golf, les cercles sur lesquels sont placés les capteurs ont un rayon d'environ trois mètres.

25 Avantageusement, les moyens d'affichage sont agencés pour fournir, en outre, une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence au point d'impact, par rapport à une direction fixe ; cette indication peut être fournie, en particulier, sous une forme schématique par un segment ayant une inclinaison en correspondance avec la susdite direction.

30 Les moyens électroniques comprennent, de préférence, un module d'analyse du signal propre à reconnaître l'instant de la première crête d'un signal sur un capteur.

35 Les moyens électroniques comprennent, avantageusement, un module de traitement auquel sont

envoyés les instants de crête reconnus par le module d'analyse, le module de traitement déterminant, comme origine des temps, l'instant de la première crête détectée, c'est-à-dire l'instant où un premier capteur 5 est atteint par l'onde créée par l'impact.

Les moyens électroniques comprennent en outre, un module de transfert permettant de transformer les résultats du module de traitement en commande de l'unité d'affichage et d'envoyer en outre 10 ces résultats vers une interface, notamment pour connexion à un micro-ordinateur.

Le module de traitement peut comprendre des moyens de mémoire propres à stocker les informations fournies par les divers capteurs lors d'impacts en des 15 endroits prédéterminés, répartis sur la surface du sol, et des moyens de comparaison prévus pour comparer les informations recueillies lors d'un impact quelconque avec les valeurs mémorisées et déterminer, à partir de cette comparaison, la position dudit impact 20 quelconque.

Les moyens d'affichage comprennent avantageusement, en particulier dans le cas de l'application au golf, une unité d'affichage supportée par un pied et protégée par une plaque en matière suffisamment résistante aux impacts des projectiles, en particulier en polycarbonate; les dimensions des indications affichées sur cette unité sont suffisantes pour permettre leur lecture à l'oeil nu à une distance relativement importante, en particulier de 50 25 mètres et plus.

L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autre dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'un exemple de réalisation 35 décrit avec référence aux dessins ci-annexés, mais qui n'est nullement limitatif.

La figure 1 de ces dessins est une représentation schématique d'un appareil selon l'invention installé sur un "practice" de golf.

La figure 2 est un schéma bloc des moyens 5 électroniques de l'appareil de la figure 1.

La figure 3 est un schéma illustrant une indication fournie par les moyens d'affichage.

La figure 4 est un schéma en plan illustrant l'implantation dans le sol des capteurs de vibration.

10 La figure 5, enfin, est un diagramme illustrant l'onde se propageant dans le sol à la suite d'un impact et représentant la grandeur caractérisant la vibration (ordonnée) en un point donné en fonction du temps porté en abscisse.

15 En se reportant à la figure 1 des dessins, on peut voir un appareil destiné à détecter un impact sur le sol d'un projectile lancé lors d'une activité sportive ; dans l'exemple considéré, le projectile est constitué par une balle de golf 1 lancée à 20 l'entraînement par un joueur sur une surface 2 de sol appelée "practice", depuis une aire de lancement non représentée.

25 Lors de son entraînement, le joueur de golf s'efforce de frapper la balle 1 de manière telle que son impact soit le plus rapproché d'un but, par exemple constitué par un drapeau F planté en un point de référence 3, au centre d'une zone de réception Z. Cette zone Z est sensiblement circulaire, et son contour est signalé par des drapeaux f dont la hampe est 30 beaucoup plus petite que celle du drapeau central F.

35 L'unité d'affichage A de l'appareil selon l'invention est fixée par un pied dans le sol, à l'extérieur de la zone Z et est orientée de manière à permettre la lecture des résultats affichés depuis l'aire de lancement.

L'appareil comprend plusieurs capteurs 4 de

vibrations disposés dans le sol du practice et répartis de manière appropriée à la détermination de la position de l'impact de la balle 1.

Les capteurs 4 sont enterrés à une faible profondeur dans le sol et sont sensibles à l'onde P se propageant dans le sol à la suite de l'impact. Divers types de capteurs peuvent être utilisés. De préférence on utilise des capteurs du même type que ceux utilisés en sismique (étude des réflexions et des réfractions des ondes dans le sol à des fins d'exploration pétrolière) associés à des moyens d'amplification convenables ; ces capteurs permettent de détecter de très faibles vibrations (par exemple chute d'une pièce de monnaie à quelques mètres) et sont d'un prix très raisonnable. De tels capteurs sont connus sous le nom de géophones et sont généralement constitués d'une bobine mobile à l'intérieur de l'entrefer d'un aimant. Le déplacement des particules du sol, suite à l'impact, crée le mouvement de la bobine qui entraîne une tension à la sortie du géophone, avec un pic sur la fréquence de résonance du géophone.

De tels capteurs "géophones" peuvent être fournis par les constructeurs suivants : GEOSPACE et MARK PRODUCTS à HOUSTON (TEXAS), ou SENSOR à Amsterdam.

Des essais ont permis de déterminer que le géophone le plus adapté pour un fonctionnement optimal de l'appareil de l'invention est un géophone basses fréquences car les hautes fréquences s'atténuent rapidement dans un milieu meuble comme la terre d'un practice de golf.

Un impératif d'encombrement et de coût conduit à préférer le géophone 10 Hz pour l'exemple d'appareil décrit. La résistance de la bobine d'un tel géophone est la résistance maximale qu'offre le

constructeur pour obtenir une sensibilité élevée. Elle est de 395 Ohms dans le cas considéré.

Les capteurs 4, en particulier les géophones, fournissent sur leur sortie un signal électrique constitué par une tension.

L'implantation des capteurs 4 dans le sol doit permettre de déterminer la position de l'impact.

La solution la plus simple consisterait à utiliser trois capteurs formant un triangle. Chaque 10 capteur enregistrera, à des instants différents, l'arrivée de l'onde produite par l'impact de la balle sur le sol. L'impact de la balle étant un événement aléatoire, on choisira comme origine des temps le moment où le premier capteur est sollicité par l'onde. 15 En détectant l'instant d'arrivée sur les autres capteurs, on connaîtra les différences de temps d'arrivée de l'onde sur les différents capteurs et donc les différences de marche correspondant à la distance entre le point d'impact et la position des trois capteurs.

En considérant deux capteurs, on saura que la position de l'impact est située sur une première hyperbole admettant les deux capteurs comme foyers et correspondant à la différence de marche détectée.

25 En considérant deux autres capteurs, on saura que le point d'impact se trouve également sur une deuxième hyperbole dont l'intersection avec la précédente donnera la position du point d'impact.

Dans l'application considérée à un "pratique" de golf, il est souhaitable que la zone surveillée par l'appareil autour du point de référence 30 3 corresponde sensiblement à une zone circulaire d'un diamètre prédéterminé, en particulier de l'ordre d'une quinzaine de mètres.

35 Des essais menés sur un terrain particulièrement mou (mais ce cas doit être envisagé

même pour un "practice") ont montré qu'il n'était pas possible d'obtenir des résultats satisfaisants, pour la zone surveillée souhaitée, avec seulement quatre géophones et a fortiori avec seulement trois géophones 5 disposés comme évoqué ci-dessus. L'atténuation de l'onde est en effet beaucoup trop importante (plus de 60 dB) et le rapport signal/bruit est très faible, particulièrement en cas de vent, même léger.

10 Comme illustré sur la figure 4, le rayon R d'un cercle 5 surveillé par quatre géophones 4 a été ramené à une valeur plus petite fixée, par exemple, à trois mètres ( $R = 3 \text{ m}$ ). Quatre géophones sont régulièrement répartis sur la circonférence. Pour couvrir une surface plus importante, il suffit de 15 recouvrir cette surface par plusieurs cercles 5 correspondant à la surface élémentaire, un même géophone 4 pouvant appartenir à plusieurs cercles différents sécants ou tangents, comme visible sur la figure 4. D'après cette figure, il apparaît qu'un 20 carré de côté l de 12 mètres, est surveillé par 12 géophones.

25 Comme visible sur les figures 1 et 2, chaque sortie de capteur 4 est reliée, par un câble blindé 6 enterré dans le sol, à des moyens électroniques 7 intégrés dans le boitier 8 de l'unité d'affichage A.

30 Les moyens électroniques 7 comprennent un module d'amplification 9, un module 10 d'analyse du signal, un module 11 de traitement des données recueillies, et un module 12 de transfert des résultats.

35 Les tensions délivrées en sortie des géophones 4 peuvent être extrêmement faibles, par exemple de quelques micro-volts pour des impacts lointains. Le module 9 permet d'amplifier suffisamment ces tensions pour qu'elles puissent être ensuite traitées électroniquement.

Les moyens d'amplification 9 sont agencés pour répondre aux impératifs liés à la nature de l'application.

D'abord, les moyens d'amplification 9 possèdent une bande passante décalée vers le bas pour ne pas filtrer intempestivement les basses fréquences particulièrement intéressantes pour l'application considérée. Une bande passante de 20 à 200 Hz est apparue satisfaisante.

La dynamique des moyens d'amplification 9 doit être élevée pour éviter d'amplifier exagérément le bruit du géophone 4 ainsi que le bruit naturel du terrain autour du "practice" et dû à diverses sources : véhicules, avions, forts vents, etc.

Pour les mêmes raisons, le gain des moyens d'amplification 9 est déterminé de façon à éviter les perturbations extérieures tout en conservant une certaine sensibilité de la détection. Un gain se situant aux environs de 70 dB apparaît particulièrement approprié.

Les moyens d'amplification 9 comportent des voies séparées, pour chaque capteur 4, sur des cartes distinctes pour éviter les problèmes de diaphonie qui surviennent inévitablement à ce niveau de gain.

Le module 10 d'analyse du signal P représenté sur la figure 5, est agencé pour reconnaître l'instant  $T_c$  de la première crête c du signal, en filtrant le bruit à l'aide de mémoires. Ceci a pour effet de remettre les signaux en phase et donc de les rendre à nouveau exploitables.

Ce module 10 d'analyse du signal remplace avantageusement une simple détection de seuil qui ne serait pas suffisante pour la précision requise. En effet, le phénomène mesuré présentant une fréquence de l'ordre de 80 Hz, la coupure introduite par la détection de seuil pourrait se produire à n'importe

quel moment de la montée en tension, celle-ci étant trop longue par rapport à la précision souhaitée. Aussi, l'instant de la première crête ne serait pas déterminé avec précision par une détection de seuil.

5           Les instants des crêtes  $T_c$  sont ensuite envoyés au module de traitement 11. Le premier signal reçu correspondant à la première crête détectée, détermine l'origine des temps. Le module de traitement 11 comprend des compteurs (non représentés) déclenchés  
 10 par ce premier signal. Les autres signaux de crête, provenant des différents capteurs, arrêtent successivement les incrémentations des compteurs, associés aux capteurs 4, lancées par le premier signal. La synchronisation est effectuée sur un front d'horloge avec  
 15 une résolution suffisamment élevée pour permettre la mesure. On obtient ainsi les temps désirés, pour chaque capteur.

Plutôt que de déterminer la position de l'impact par intersection d'hyperboles comme envisagé  
 20 précédemment, on préfère opérer par comparaison comme expliqué ci-après.

Lorsque l'impact d'une balle 1 se produit à une distance supérieure à quelques dizaines de centimètres d'un capteur 4, l'onde étudiée, qui est  
 25 l'onde la plus rapide, se propage en souterrain et non en surface. L'onde se dirige en profondeur puis se réfracte sur les intercouches (par exemple terre-granit) et remonte vers le sol. Le trajet parcouru par l'onde dépend donc de la nature souterraine du  
 30 sol, qui peut être très différente même à quelques mètres. Un impact équidistant en surface de deux capteurs 4 ne donnera pas, en général, les mêmes temps d'arrivée sur ces capteurs car les trajets souterrains ne seront pas identiques.

35           Pour pallier cet inconvénient, on prévoit dans le module de traitement 11 des mémoires, par

exemple sous forme d'un circuit de type EPROM, afin de permettre de réaliser un étalonnage du terrain lors de l'installation de l'appareil.

Pour cela, lors de cette installation, on 5 produit à des endroits prédéterminés, dont la position est connue, une simulation d'impact, par exemple avec un marteau, et l'appareil mémorise les mesures des différents capteurs 4. L'appareil dresse une table de correspondance entre l'ensemble des signaux recueillis 10 sur les capteurs et la position de l'impact.

Si  $n$  est le nombre de capteurs, l'ensemble des mesures pour un impact sera dénommé un  $n$ -uplet. Pour l'étalonnage du terrain, un certain nombre de  $n$ -uplets seront donc stockés en mémoire.

15 Lors de l'utilisation de l'appareil, un impact de la balle 1 en un point quelconque engendre un  $n$ -uplet de signaux. Cet  $n$ -uplet est comparé avec ceux qui ont été stockés dans la mémoire lors de l'étalonnage. La comparaison permet de déterminer le 20 (ou les)  $n$ -uplet(s) le(s) plus proche(s) et donc d'en déduire la position de l'impact. Le module de traitement peut d'ailleurs contenir des moyens de calcul propres à effectuer une interpolation pour déterminer la position réelle de l'impact située entre des positions voisines d'étalonnage. 25

Les informations sur la position de l'impact sont transmises par le module de traitement 11 au module de transfert 12 qui est agencé pour assurer deux fonctions.

30 Tout d'abord le module 12 transforme les résultats fournis par le module de traitement en commande de moyens d'affichage 13 par exemple du type à diodes électroluminescentes, ou du type à segments rotatifs.

35 Le module de transfert 12 est avantageusement agencé :

- pour convertir la position de l'impact, par rapport au point de référence 3, en une estimation de la distance, par exemple sous forme d'une note de 0 à 9, avec les mêmes conventions que pour une cible de 5 fléchettes, traduisant la distance entre l'impact et le drapeau F,

- et également pour fournir une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence 3 au point d'impact, par rapport à une direction fixe.

10 Les notes affichées de 0 à 9 traduisent la proximité de plus en plus grande de l'impact et du point de référence 3.

15 Dans l'exemple donné sur la figure 3, la note 5 affichée sur la partie gauche de l'écran 13 correspond sensiblement à un impact I représenté sur la figure 4 et situé dans une zone moyenne de la surface surveillée.

20 Il est clair que, selon une autre possibilité, le module de transfert 12 pourrait communiquer à l'unité d'affichage A des instructions pour faire afficher, sur l'écran 13, la distance estimée, par exemple en mètres, entre le point d'impact I et le point de référence 3.

25 L'information sur la direction du rayon d'impact est avantageusement fournie sous forme d'un segment 14 (figure 3) ayant une inclinaison a par rapport à une direction fixe D.

30 Comme illustré sur la figure 4, la direction D est constituée par une droite sensiblement parallèle à la ligne d'entraînement des joueurs. Le segment 14 de la figure 3 correspond au rayon d'impact 3-I de la figure 4.

35 L'information ainsi donnée par le segment 14, qui apparaît sur l'écran 13, permet au joueur d'apprécier s'il tape trop loin, pas assez, trop à droite ou trop à gauche.

Le module de transfert 12 est en outre agencé pour envoyer vers une interface 15, en particulier du type RS 232, les résultats de la détection pour les transmettre par exemple à un micro-ordinateur 5 relié à l'interface 15, et effectuer des contrôles in situ.

L'ensemble des moyens d'affichage 13 et des moyens électroniques 7 est disposé dans un boîtier 8 protégé des impacts de balle par une plaque 16 transparente en matière plastique ultra-résistante, notamment en polycarbonate. L'ensemble de l'afficheur 13 et des moyens électroniques 7 peut être alimenté par le secteur ou, éventuellement, par des cellules solaires si le coût permet d'envisager cette dernière solution.

15 Le fonctionnement et l'utilisation de l'appareil selon l'invention résultent immédiatement des explications qui précédent.

20 L'appareil ayant été installé sur le pratique et étant en état de marche et sous tension, le joueur de golf, qui se trouve à distance de cet appareil, dépose une balle sur le sol et frappe la balle en visant le drapeau F.

25 Lorsque la balle de golf tombe sur le sol, l'énergie cinétique de l'impact de la balle 1 crée une déformation du sol qui s'écrase légèrement à cet endroit. Le sol étant élastique, il reprend sa position initiale tout en transmettant aux particules voisines la déformation initiale. Il se crée ainsi une onde de compression P (figure 5) qui parcourt le 30 sol à grande vitesse avant de s'atténuer avec la distance.

35 Cette onde se propage dans le sol et y rencontre les différents capteurs 4 qui ont été noyés dans le sol.

35 Les moyens électroniques 7 permettent de calculer et de déterminer à partir des informations

fournies par les capteurs, la position du point d'impact.

Si la balle de golf tombe en dehors de la zone surveillée, les moyens d'affichage 13 resteront 5 inertes.

Par contre, si la balle 1 tombe dans la zone surveillée, les moyens d'affichage 13 visualisent, comme représenté sur la figure 3, le résultat de la détermination de l'impact.

10 Les moyens électroniques sont agencés pour créer une inhibition dans la mesure pendant 5 secondes environ après un impact.

Il est clair qu'un appareil conforme à l'invention doit être placé à chaque distance 15 d'entraînement par exemple à 50, 100 et 150 mètres dans le cas d'un "practice" de golf.

Les dimensions des caractères apparaissant sur l'unité d'affichage A sont suffisantes pour permettre leur lecture, à l'oeil nu, de l'endroit où a 20 été frappée la balle.

La méthode décrite précédemment consistant à étalonner le terrain au moment de la mise en service de l'appareil de manière à stocker en mémoire les mesures des capteurs pour des impacts prédéterminés, 25 présente une certaine lourdeur à l'installation mais offre l'avantage de résoudre le problème de l'hétérogénéité des terrains. Cette méthode évite surtout de recourir à des calculs compliqués pour obtenir le résultat. Il suffit de chercher, par comparaison, 30 dans la table, l'impact correspondant ou le plus voisin. On évite ainsi d'avoir à calculer la vitesse de l'onde dans le terrain ce qui permet d'économiser le nombre de capteurs.

On peut ainsi couvrir une zone de plus de 35 100 m<sup>2</sup> (sur la figure 4, le carré couvert par les douze capteurs a un côté de 12 m) avec seulement douze

capteurs ou géophones 4 (voir figure 4).

Les mesures effectuées lors des essais montrent que les instants de crête  $T_c$ , mesurés sur la première onde (voir figure 5) sont des grandeurs très 5 stables (écart type inférieur à 1 % de la moyenne des échantillons), ce qui permet de les utiliser pour dresser la table de correspondance.

Les explications données ci-dessus restent valables quelle que soit la nature du milieu de 10 réception, par exemple dans le cas où les capteurs 4 seraient des hydrophones et le milieu de réception de l'eau. Ces explications restent également valables pour des capteurs constitués par des microphones 15 disposés dans l'air, au-dessus de la zone Z et propres à capter le bruit de l'impact.

REVENDICATIONS

1. Appareil pour détecter l'impact, dans une zone de réception, d'un projectile lancé lors d'une activité sportive et pour estimer la distance entre 5 cet impact et un point de référence, caractérisé par le fait qu'il comprend :
  - plusieurs capteurs de vibrations (4) disposés et répartis dans la zone de réception (Z) de manière à permettre de déterminer la position de l'impact, et 10 propres à fournir un signal électrique sur une sortie;
  - des moyens électroniques (7) auxquels sont reliés les capteurs (4), ces moyens électroniques étant propres à déterminer, à partir des informations fournies par les capteurs, la position du point 15 d'impact ;
  - et des moyens d'affichage (13), commandés par les moyens électroniques (7), pour visualiser au moins une estimation de la distance entre le point d'impact et le point de référence (3).
- 20 2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les capteurs sont des géophones (4), en particulier des géophones 10 Hz.
- 25 3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les capteurs (4) sont répartis régulièrement par groupe de quatre sur des cercles (5) sécants, en particulier sur des cercles (5) dont le rayon (R) est d'environ 3 mètres dans le cas où le projectile lancé est une balle de golf (1).
- 30 4. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les moyens d'affichage (13) sont agencés pour fournir, en outre, une indication sur la direction de la droite joignant le point de référence (3) au point d'impact (I) par rapport à une direction fixe (D),
- 35 5. cette indication étant en particulier fournie sous une forme schématique par un segment de droite (14) ayant

une orientation (a) en correspondance avec la susdite direction (D).

5. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait  
5 que les moyens électroniques (7) comprennent un module  
d'amplification (9), à bande passante décalée vers le  
bas, notamment de 20 Hz à 200 Hz.

6. Appareil selon la revendication 5,  
caractérisé par le fait que le module d'amplification  
10 (9) présente une dynamique élevée et un gain de  
l'ordre de 70 dB.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait  
que les moyens électroniques (7) comprennent un module  
15 d'analyse (10) du signal propre à reconnaître  
l'instant (Tc) de la première crête (c) d'un signal  
sur un capteur (4).

8. Appareil selon la revendication 7,  
caractérisé par le fait que les moyens électroniques  
20 (7) comprennent un module de traitement (11) auquel  
sont envoyés les instants de crête reconnus par le  
module d'analyse (10), le module de traitement (11)  
déterminant, comme origine des temps, l'instant de la  
25 première crête détectée, c'est-à-dire l'instant où un  
premier capteur est atteint par l'onde créée ar  
l'impact.

9. Appareil selon la revendication 8,  
caractérisé par le fait que le module de traitement  
(11) comprend des moyens de mémoire propres à stocker  
30 les informations fournies par les divers capteurs (4)  
lors d'impacts en des endroits prédéterminés, répartis  
sur le sol (2), et des moyens de comparaison pour com-  
parer les informations recueillies lors d'un impact  
quelconque avec les valeurs mémorisées et déterminer,  
35 à partir de cette comparaison, la position dudit  
impact quelconque.

10. Appareil selon la revendication 8 ou 9, caractérisé par le fait que les moyens électroniques (7) comprennent un module (12) de transfert permettant de transformer les résultats du module de traitement 5 (11) en commande de l'unité d'affichage (A) et d'envoyer en outre ces résultats vers une interface (15), en particulier du type RS 232.

11. Appareil selon l'une quelconque des revendications, en particulier destiné à détecter 10 l'impact d'une balle de golf, caractérisé par le fait que les moyens d'affichage (13) comprennent une unité d'affichage (A) supportée par un pied et protégée par une plaque (16) en matière suffisamment résistante aux impacts des projectiles, en particulier en polycarbonate, les dimensions des indications affichées sur cette unité étant suffisantes pour permettre leur lecture à l'oeil nu à une distance relativement importante, en particulier de plus de 50 mètres.

1/2

一  
三  
正

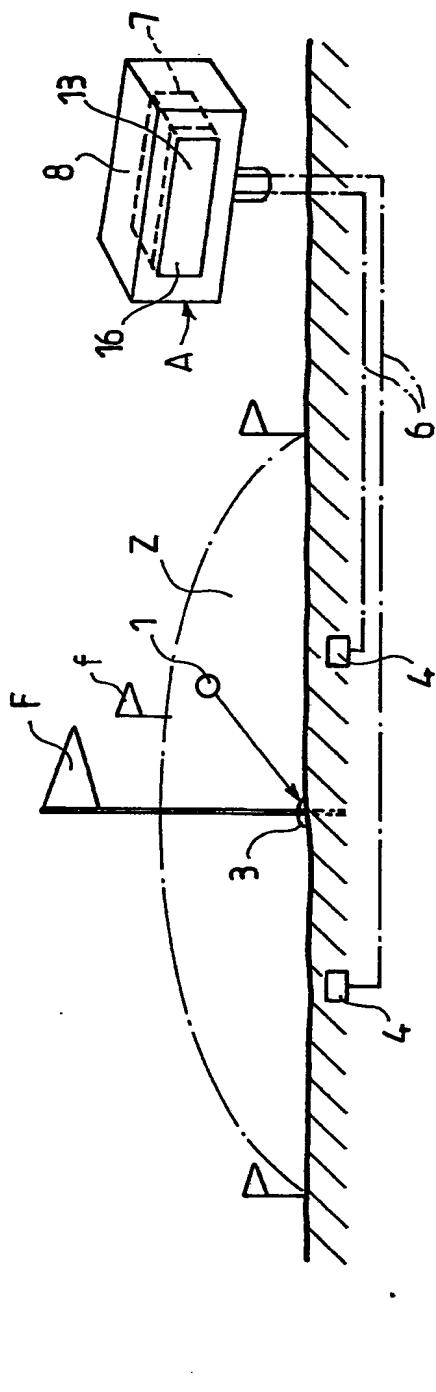
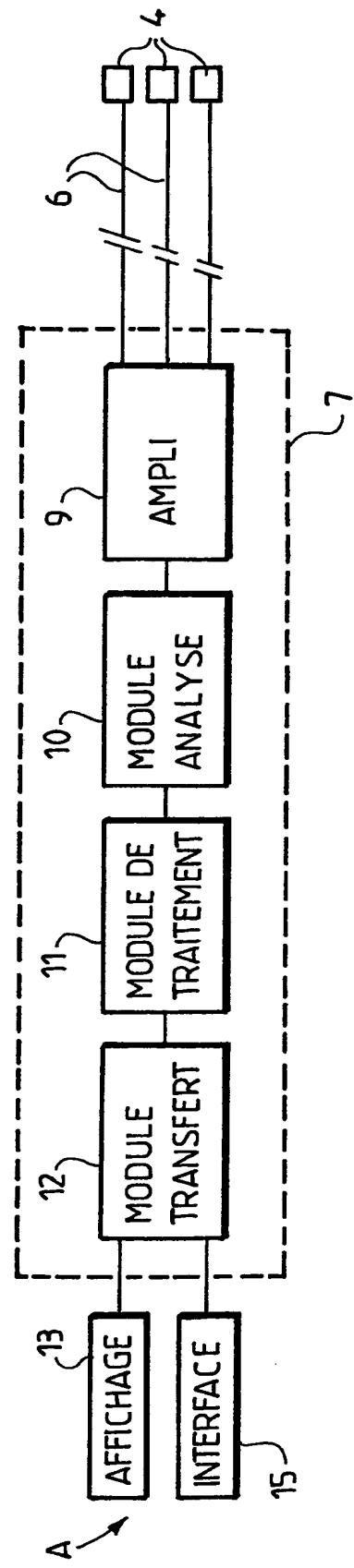


FIG. 2



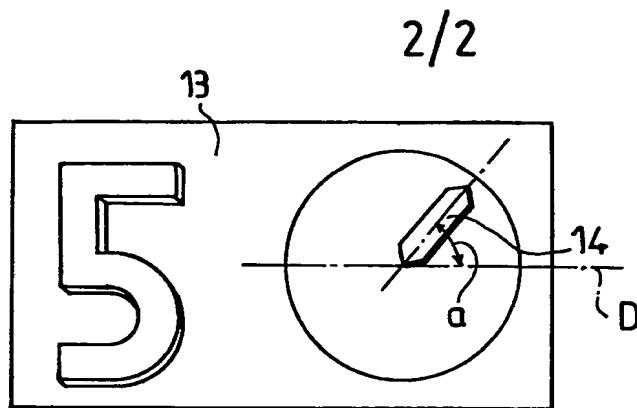


FIG. 3

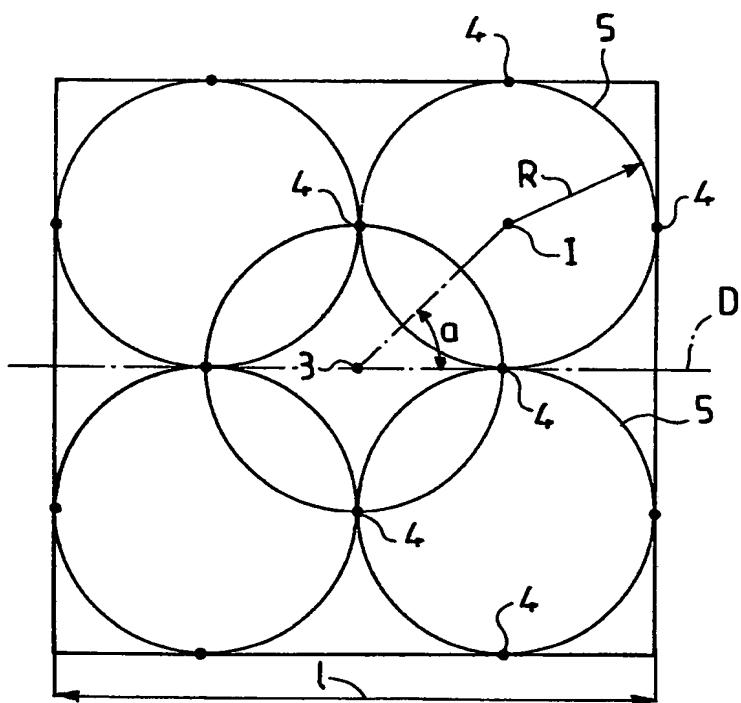


FIG. 4

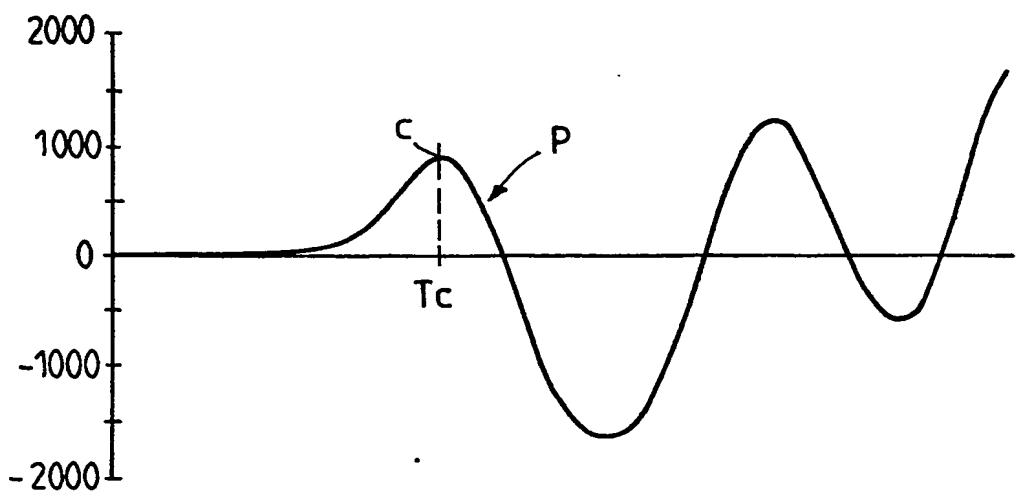


FIG. 5

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

## RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFR 9009038  
FA 448056

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	WO-A-8 912 483 (BEARD) * Page 1, lignes 4-8; page 2, lignes 8-18; page 3, lignes 5-12; page 5, ligne 4 - page 9, ligne 17; figures 1,4,5 *	1,5,7-9
Y	---	2,10
Y	US-A-4 001 771 (AMRINE) * Colonne 3, lignes 1-18; colonne 3, lignes 36-42; colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 30; colonne 6, lignes 2-23; colonne 8, ligne 13 - colonne 9, ligne 12; figure 5 *	2,10
A	---	5-9
X	US-A-2 784 000 (SIMJIAN) * Colonne 2, ligne 5 - colonne 3, ligne 3; figure 1 *	1
X	EP-A-0 323 941 (VINCI) * Colonne 4, lignes 18-42; figures 1,2 *	1,5,7-9
A	US-A-2 331 237 (SCHAEFER) * Page 1, colonne 2, ligne 50 - page 2, colonne 1, ligne 3; page 2, colonne 1, ligne 25 - page 3, colonne 1, ligne 52; figures 1-3 *	1,4,5
A	US-A-4 305 142 (SPRINGER) * Colonne 1, ligne 59 - colonne 2, ligne 13; colonne 6, lignes 43-56; figures 1,3 *	1-3,5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CLS)
		A 63 B F 41 J G 01 S G 01 V
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
28-03-1991		SCHOENLEBEN J. E. F.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant		